

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

WAGNER LUIZ ARIATI

**INTERAÇÃO ENTRE SALINIDADE E pH NA GERMINAÇÃO DE SEMENTE
DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA*)**

CRICIÚMA

2015

WAGNER LUIZ ARIATI

**INTERAÇÃO ENTRE SALINIDADE E pH NA GERMINAÇÃO DE SEMENTE
DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA*)**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel no curso de
ciências biológicas da Universidade do
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador(a): Prof. MSc Cláudio Ricken

CRICIÚMA

2015

WAGNER LUIZ ARIATI

**INTERAÇÃO ENTRE SALINIDADE E pH NA GERMINAÇÃO DE SEMENTE
DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA*)**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Bacharel, no Curso de Ciência
Biológicas da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC.

Criciúma, 10 de JUNHO de 2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Cláudio Ricken – Mestre (UNESC)- Orientador

Prof. Marcos Back - Doutor - (UNESC)

Prof. Jairo José Zocche – Doutor - (UNESC)

Este trabalho eu dedico especialmente à minha esposa Gislaine, e toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

Aos meus pais Valdir Luiz Ariati e Salete T. Agliati Ariati, pelo amor, dedicação, educação e ensinamentos.

A minha esposa Gislaine, por estar ao meu lado em todos os momentos, dando-me força e incentivando-me a vencer os desafios.

Ao professor Cláudio Ricken, pela paciência, empenho e motivação durante as orientações.

A todos os professores que possibilitaram para que eu crescesse intelectualmente nesses últimos anos.

À minha Irmã Suzana pelo carinho incondicional e pela fiel amizade.

Aos meus sobrinhos e afilhados, pela alegria que sempre me proporcionaram nos momentos de lazer com seus gestos e palavras de carinho.

Aos meus amigos e colegas por compartilharem comigo momentos inesquecíveis.

Enfim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho tão importante para mim.

“Não são as espécies mais fortes que sobrevivem nem as mais inteligentes, e sim as mais suscetíveis a mudanças.”

Charles Darwin

RESUMO

Pelo fato de acarretar um gradiente osmótico, a concentração de sais no solo é um importante fator positivo ou negativo, para desenvolvimento das plantas. O bioensaio de toxicidade deste estudo teve como objetivo analisar a interação de diferentes concentrações de NaCl e pH, através da análise do índice de germinação (%) e crescimento de raízes (mm) de sementes de alface. Sementes de alface (*Lactuca sativa*) foram submetidas ao ensaio de germinação expostas a soluções de cloreto de sódio (NaCl) com concentrações de 0,2;0,1;0,05;0,025 e 0125M e pH variando entre 2 e 7. Para o controle negativo foi utilizada água deionizada com ajustes dos respectivos índices de pH. O teste teve duração de quatro dias (96 horas) e foi conduzido em estufa incubadora com circulação de ar contínuo, temperatura de 25 ± 1 °C e foto período de claro/escuro, 8/16 respectivamente. Foram avaliadas a taxa de germinação, a cada 24 horas durante três dias e no quarto dia foram realizadas as medições do comprimento das raízes. Não foi observado correlação entre as concentrações de NaCl utilizadas e valores de pH que variem entre 2 e 7, sobre os índices de germinação. Porém foi observado que os efeitos negativos sobre o índice de germinação e o comprimento das raízes se manifestam de maneira diretamente proporcional ao aumento da concentração de NaCl. Os resultados obtidos mostram a possibilidade de utilização do cloreto de sódio como controle positivo para os testes de germinação em sementes de *Lactuca sativa*, não havendo necessidade de controle rigoroso do pH sobre as soluções teste.

Palavras-chave: Salinidade. índice de germinação. alface. cloreto de sódio.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Placa de petri demonstrando sementes de alface no início do ensaio.....	17
Figura 2: Caixas de madeiras de iluminação para controle do foto período.....	18
Figura 3: Placas de petri contendo as sementes já germinadas.	19
Figura 4: Medida do comprimento da raiz	20
Figura 5: Gráfico do índice de velocidade de germinação em relação as concentrações de NaCl e valores de pH.	21
Figura 6: diagrama de dispersão mostrando a curva exponencial do comprimento das radículas de sementes de <i>Lactuca sativa</i> submetidos a solução de com diferentes concentrações de NaCl e valores de pH entre 2 e 7.	22
Figura 7: diagrama de dispersão mostrando a relação entre o comprimento das raízes e os índices de pH.	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 MATERIAIS E METODOS.....	17
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	17
3.1.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES NaCl e pH.....	17
3.1.3 PREPARO DOS BIOENSAIOS	18
3.1.4 ÍNDICE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)	19
3.1.5 COMPRIMENTOS MÉDIO DAS RAIZES	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 INDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO	21
4.2 COMPRIMENTO DE RADÍCULA.....	21
6 CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O planeta Terra apresenta 98% de água salgada, 2% de água doce (boa para o consumo do ser humano), sendo que 87% da água doce do planeta encontra-se em calotas polares e geleiras segundo Moraes (2002). Conforme o autor, a água é um fator determinante na fisiologia das plantas, participando da nutrição e crescimento vegetais, e a absorção dos nutrientes pelas plantas ocorre predominantemente via sistema radicular por fluxo de massa, difusão e interceptação. O autor ressalta ainda que a agricultura é responsável por 70% do consumo mundial de água.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é originária da região de clima temperado e ainda muito encontrada no sul da Europa e da Ásia. Dentre as hortaliças, a alface se destaca pelo seu alto consumo mundial, sendo também uma das mais consumidas no Brasil (MEIRELLES, 1998).

Filgueira (2000, p. 402) fazendo referência ao solo e pH destaca que “[...] a cultura da alface apresenta melhor adaptação ao solo de textura média, e com boa capacidade de retenção de água. A faixa de pH em que se deve conduzir a cultura deve variar entre 6,0 a 6,8. A calagem deve ser realizada para manter a saturação por base entre 80% a 90%”.

A salinidade e as secas estão entre os principais fatores estressantes que afetam negativamente o crescimento das plantas e produtividade das culturas (YOUSSEF, 2009). Nas áreas semiáridas e áridas de quase todas as regiões do mundo, os solos salinizados estão se tornando um grande problema, devido a uma série de fatores naturais e socioambientais (GUMA et al., 2010).

De acordo com Rhoades (2000), a ocorrência de solos salinos é comum nessas regiões, onde há baixa precipitação e alta taxa de evaporação. Os sais não lixiviados acumulam-se a zona radicular, em concentrações prejudiciais ao crescimento normal das plantas.

O processo de salinização do solo pode ser ocasionado por dois processos: o natural e o induzido. O processo natural pode acontecer de varias formas, através da fragmentação e decomposição das rochas, escoamento superficial e subterrâneo de encostas para as partes baixas carregando os sais que se solubilizam das rochas, deposição de sais transportados pelo fenômeno de maresia e por intrusão. Já o processo induzido ocorre pela ação do homem, provocando a salinidade do solo

pelo manejo inadequado da irrigação e drenagem em regiões áridas e semiáridas, utilizando muitas vezes de águas com salinidade elevada (FERREIRA, 1998).

O aumento do conteúdo salino do solo provoca desidratação de plantas, independentemente da faixa de umidade mantida (LIMA; TORRES, 2009).

A evaporação juntamente com a transpiração remove água pura (sob forma de vapor) do solo para a atmosfera e esta perda de água concentra solutos nas camadas superficiais do solo (TAIZ; ZEIGER, 2004). De acordo com estes autores, ao examinar os efeitos dos sais no solo, estabelece-se a distinção entre altas concentrações de Na^+ , identificadas como sodicidade, e altas concentrações de sais totais, referidas como salinidade.

A salinidade está relacionada à dispersão das argilas do solo e aos aspectos tóxicos e osmóticos dos nutrientes boro, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato e nitrato utilizados na nutrição mineral das plantas, enquanto a sodicidade relaciona-se mais com a ação dos sais aos solos como alteração da estrutura, diminuição da infiltrabilidade de água, condutividade hidráulica e aeração, além de concentrar no solo, sódio trocável, carbonato e bicarbonato (CAVALCANTE, 2000).

A tolerância à salinidade pode ser mantida com uma adequada nutrição potássica, podendo a relação Na^+/K^+ ser utilizada como critério de seleção de materiais sensíveis e tolerantes ao estresse salino (LACERDA, 2005).

As plantas halófitas, existentes nas zonas costeiras das regiões semiáridas são muitas vezes submetidas a intensos e variados estresses ambientais. A fim de se adaptarem às condições não favoráveis, elas desenvolvem alterações fisiológicas e bioquímicas de sobrevivência que lhes permitem crescer e se desenvolver em ambientes salinos. As plantas minimizam o dano pelo sal ao excluí-lo do meristemas, em particular nas folhas que se expande de forma ativa e fotossintetizando. Plantas resistentes ao sal, a exemplo da *Atriplex* sp., não elimina íons pelas raízes, mas em vez disso, tem glândulas de sal na superfície das folhas, onde o cristaliza e já não é mais prejudicial (YOUSSEF, 2009).

A concentração elevada de sais no solo é um fator de estresse para as plantas, pois acarreta um gradiente osmótico retendo água, além de promover a ação dos íons no protoplasma. Um estresse salino progressivo acarreta a inibição dos mecanismos de crescimento das plantas, o desenvolvimento da gema apical é afetada, os ramos ficam atrofiados, as folhas apresentam-se com menor área e

amareladas e grandes porções da parte aérea dessecam totalmente (MARSCHNER, 1995).

A irrigação mal conduzida e a disposição inadequada de resíduos, particularmente os resíduos da mineração podem acarretar a salinização dos solos com sais de metais leves (Na, K, Ca, Mg) e também de metais pesados (Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, As e Se) (LIMA, 2004; CESAR et al., 2011).

Em Santa Catarina, a exploração do carvão é feita em minas subterrâneas e a céu aberto, que acarretam problemas ambientais, pois modificam a estrutura do meio natural, devido à disposição inadequada dos resíduos da mineração, causando contaminação de águas superficiais e subterrânea, perdas de solo fértil e alteração na atmosfera pela geração de gases e poeiras (SANCHEZ; FORMOSO, 1990).

A poluição das águas superficiais e subterrâneas se dá pelo processo de oxidação de minerais sulfetados, principalmente pirita (FeS_2). Esta em contato com a água e o ar, oxida-se formando ácido sulfúrico (H_2SO_4) característico do efluente conhecido por drenagem ácida de mina. Este pode provocar dissolução de minerais aluminossilicatados, elevar a concentração de metais como Al, Fe, Mn, Cu, Ni e Zn a níveis tóxicos, acelerar as perdas de Ca e Mg por lixiviação na forma de sais sulfato e pode ainda determinar a deficiência de P, N, Mo e B, prejudicando o programa de revegetação das áreas exploradas. No solo, os impactos promovidos por estes contaminantes são manifestados pela remoção do solo orgânico, na ação erosiva, na deposição inadequada de rejeitos, na destruição da flora e fauna local e no impacto visual (BITAR, 1997; UBALDO; BORMA; BARBOSA, 2006).

As drenagens são capazes de atingir os mananciais hídricos e, com o baixo pH, mantém dissolvida grande parte dos metais pesados liberados da pirita durante sua oxidação. Esses metais podem permanecer em solução como íons livres ou na forma de complexos, podendo ser absorvidos por organismos vivos. Propõe-se que em ambientes aquáticos de elevada acidez e concentração de metais em níveis intoleráveis pode haver dano à fauna, tais como, processos mutagênicos, carcinogênicos, distúrbios respiratórios e osmorregulatórios e até a sua morte (GEREMIAS et al., 2008; LIMA, 1984; MACHADO; et al., 1998).

A caracterização das águas, efluentes e sedimentos é feita através da análise de uma série de parâmetros, que servem para indicar a natureza e a qualidade do líquido ou sedimento amostrado (SCHNEIDER, 2006). Através desses parâmetros as empresas mineradoras podem medir a eficácia de um sistema de tratamento,

utilizado para a redução dos impactos ambientais causados pela mesma. O potencial hidrogeniônico ou pH é usado para indicar o grau de concentração dos íons hidrogênio numa solução, ou seja, é uma medida da atividade dos íons de hidrogênio gerados pela reação de dissociação da molécula de H_2O (SCHNEIDER, 2006). O pH expressa a intensidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução, usualmente expressa como o logaritmo negativo da concentração do íon hidrogênio: $pH = \log_{10}[H^+]$. Os limites numéricos do pH estão distribuídos ao longo de uma escala de 0 a 14, em que a neutralidade está faixa de 7, considerando alcalino quando estiver acima deste valor e ácido quando estiver abaixo.

Maior parte dos estudos realizados para avaliação dos riscos ambientais utilizam instrumentos de pesquisas voltadas para a química, mas através destes estudos não é possível indicar se estas substâncias quando expostas apresentam toxicidade, de modo que as pesquisas químicas nem sempre consideram os efeitos ecológicos que as substâncias manifestam isoladas ou quando expressam sua ação em conjunto com outras. Sendo assim, a maneira desenvolvida para enriquecer esses estudos são os bioensaios, que permitem avaliar a toxicidade destas substâncias através das respostas biológicas dos organismos utilizados como bioindicadores (CESAR et al., 2011).

Os efeitos fitotóxicos podem ser provocados pela exposição a metais, tais como: alterações estruturais, fisiológicas e bioquímicas de membranas, com conseqüentes distúrbios na sua composição, rigidez, fluidez, fluxo de água e de nutrientes; redução de crescimento de tecidos, de diâmetro basal e da biomassa; distúrbios do ciclo celular e da divisão celular; redução do conteúdo de clorofila e distúrbio do processo de fotossíntese; indução de estresse oxidativo e genotoxicidade (ARUN et al., 2005; TAMÁS et al., 2006).

Um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos (LIMA; TORRES, 2009). A redução do poder germinativo, em comparação com o controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade (GÓIS *et al.*, 2008). Nesse método, a habilidade para germinar indica, também, a tolerância das plantas aos sais em estádios subsequentes do desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2006). Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência de diferentes concentrações salinas e diferentes valores de pH

na qualidade fisiológica de semente de alface (*Lactuca sativa*) como forma de desenvolver um controle positivo par o teste de germinação em sementes.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de possíveis interações da salinidade e pH na germinação e comprimento de raiz em sementes de alface (*Lactuca sativa*)

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a velocidade germinação das sementes de *Lactuca sativa* em diferentes concentrações de NaCl e diferentes valores de pH.
- Avaliar a taxa de crescimento da raiz de *Lactuca sativa* em diferentes concentrações de NaCl e diferentes valores de pH.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

Os testes foram realizados no Laboratório de bioquímica da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). Sementes de alface (*Lactuca sativa*) – variedade *Grand rapids* tbr, foram obtidas comercialmente, sendo utilizadas como material biológico para testar as soluções de NaCl e pH (Figura 01).

Figura 1: Placa de Petri demonstrando sementes de alface no início do ensaio



Fonte: Autor, 2015

3.1.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES NaCl E pH

As soluções de Cloreto de Sódio (NaCl) foram preparadas a partir de uma solução mãe de NaCl 0,2 Molar (11,6886 g/L). A partir de diluições sucessivas foram obtidas as concentrações 0,1M, 0,05M, 0,025M, 0,0125M. Como controle foi utilizado água deionizada. Para cada amostra de solução de NaCl foram feitos ajustes de pH, correspondente a 2,3, 4, 5, 6 e 7, inclusive para o controle, num total de 36 sub-amostras.

3.1.3 PREPARO DOS BIOENSAIOS

Os bioensaios de germinação foram conduzidos segundo Brasil (2009). As placas de Petri foram forradas com uma camada dupla de papel filtro e umedecidas com 5 mL de cada solução correspondentes às concentrações. Foram colocadas 45 sementes de alface em cada placa, espaçadas uniformemente sobre o papel de filtro, de modo que elas não se toquem entre si ou dos lados da placa, em seguida as placas foram colocadas em um saco plástico tipo zip para reter a umidade. As sementes foram condicionadas em estufa de circulação de ar contínuo em temperatura de 25 ± 1 °C e com foto período claro/escuro de 8/16 horas durante quatro dias (96 horas). Para o controle de luminosidade foram construídas duas caixa de madeira de 45 x 34 x 15 cm, em cada caixa foi colocada 3 lâmpadas fluorescentes, totalizando 3800 lumens ligadas a um timer para controlar o foto período (Figura 2).

Figura 2: Caixas de madeiras de iluminação para controle do foto período.



Fonte: Autor, 2015

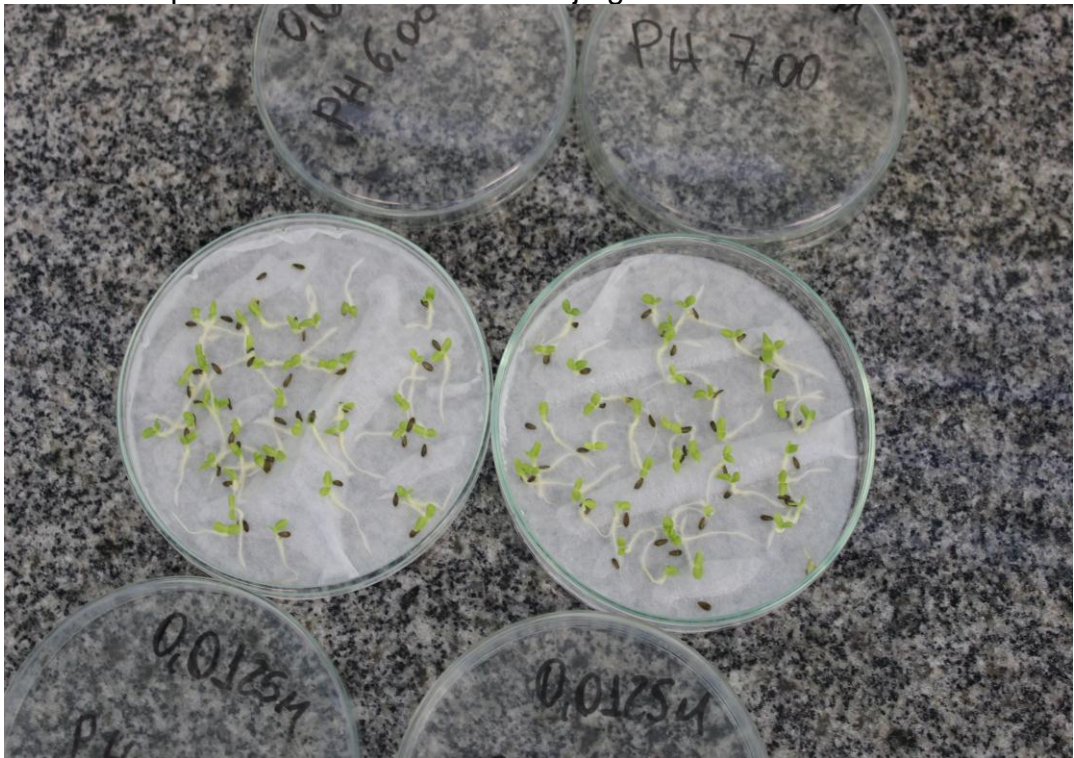
3.1.4 ÍNDICE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

Com o auxílio de uma lupa de mão, foram realizadas contagens das sementes germinadas em intervalos de 24 horas após a inoculação. Foram consideradas germinadas as sementes que o tegumento estava rompido e com a emissão do ápice radicular (figura 3).

A partir dos dados obtidos diariamente foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG) que foi calculado por meio da expressão: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde G1, G2 e Gn representam o número de sementes normais germinadas até o quarto dia e N1, N2 e Nn o número de dias em que se avaliaram as germinações G1, G2 e Gn (MACULAN et al., 2007).

Os resultados da relação entre os valores do IVG para cada concentração de cloreto de sódio e valor de pH foram expressos em um gráfico de dispersão X/Y.

Figura 3: Placas de petri contendo as sementes já germinadas.

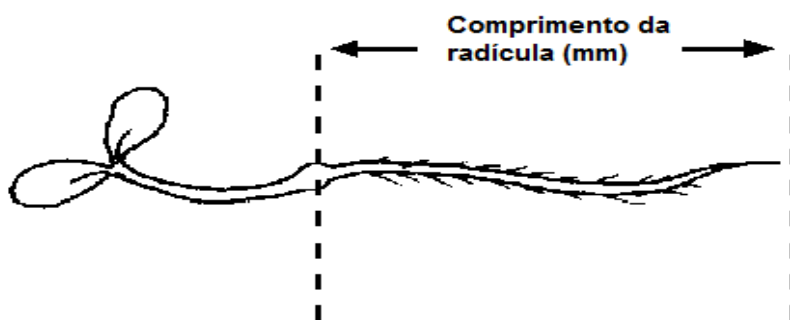


Fonte: autor 2015

3.1.5 COMPRIMENTOS MÉDIO DAS RAÍZES

Após o término do experimento (96 horas), foram tomadas as medidas dos comprimentos das raízes de cada semente germinada. Foi utilizada uma régua graduada (milímetros). Os resultados das médias de comprimento das raízes em relação a cada concentração de cloreto de sódio e valor de pH foram expressos em um gráfico de dispersão X/Y.

Figura 4: Medida do comprimento da raiz

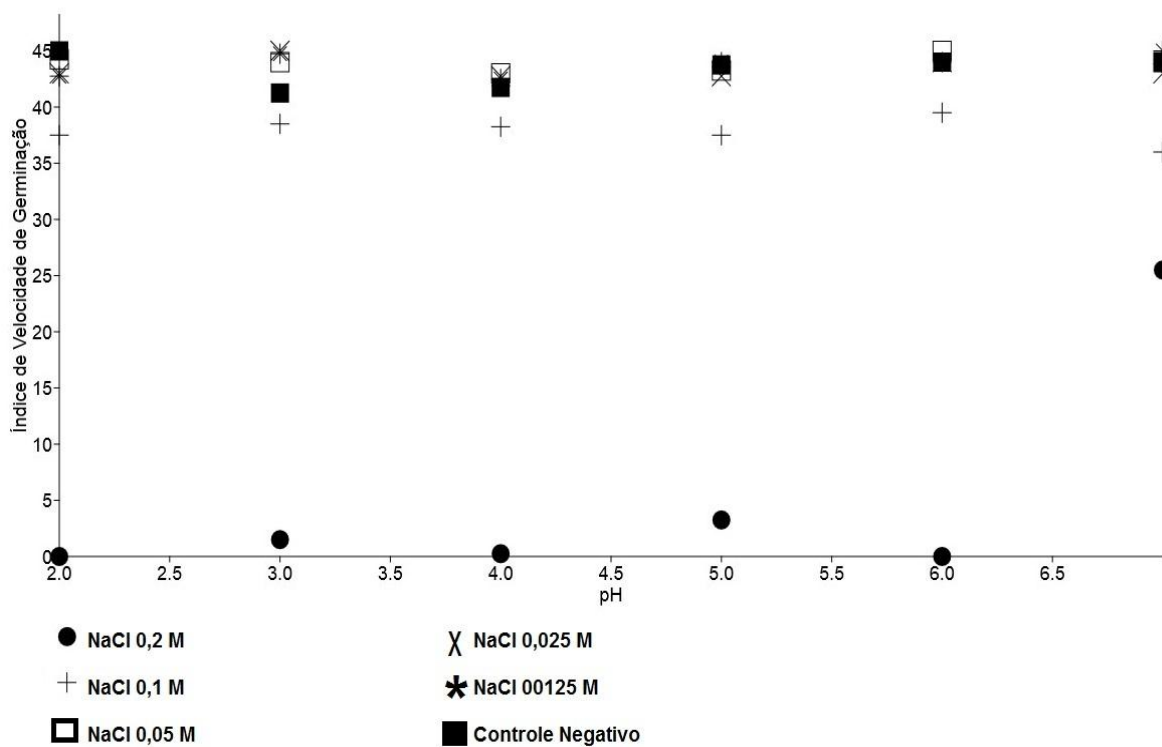


4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 INDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

Por meio da análise do gráfico de dispersão X/Y (Figura 5), percebe-se que não há a relação entre a concentração de NaCl e o pH sobre o índice de velocidade de germinação (IVG). No entanto foi percebido que, só nas maiores concentrações de NaCl, menor foi o índice de germinação das sementes. O pH não influenciou no IVG, senão no teste com a concentração de 0,2M de NaCl, quando em pH 7, onde ocorreu significativa germinação cerca de 55% das sementes.

Figura 5: Gráfico demonstrando índice de velocidade de germinação em relação as concentrações de NaCl e valores de pH.

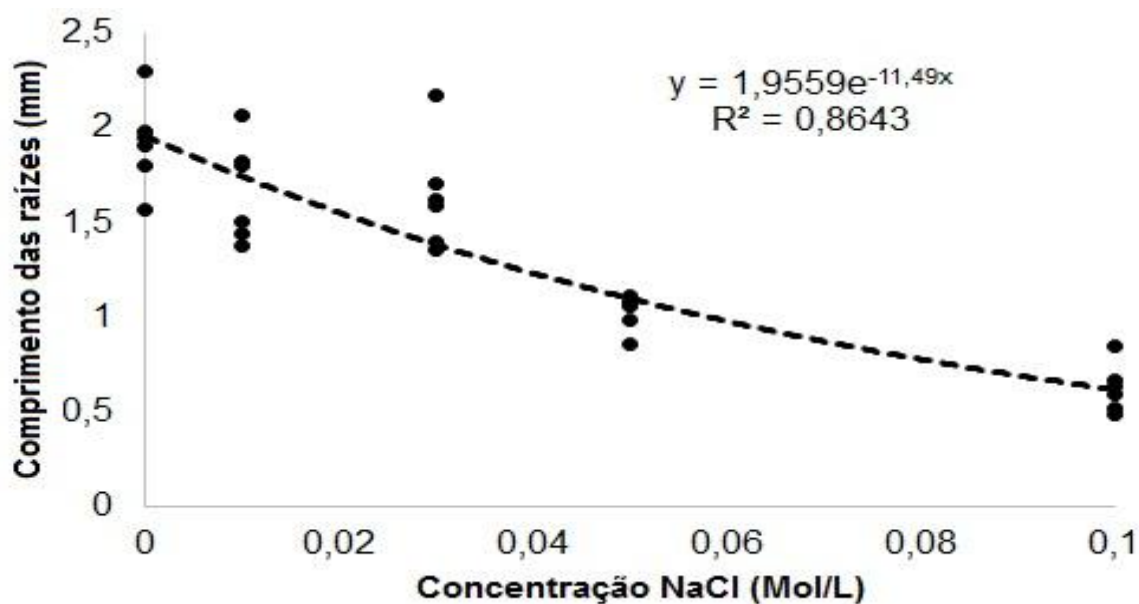


4.2 COMPRIMENTO DE RADÍCULA

O comprimento das radículas de *Lactuca sativa* é influenciado negativamente pelo aumento das concentrações de NaCl (Figura 6), A medida que o potencial osmótico da solução de embebição tornou-se mais alto, o comprimento das raízes está diminuindo exponencialmente, indicando que as condições adversas em que as

sementes foram submetidas restringiram sensivelmente e o desenvolvimento das radículas.

Figura 6: Diagrama de dispersão mostrando a curva exponencial do comprimento das radículas de sementes de *Lactuca sativa* submetidos a solução de com diferentes concentrações de NaCl e valores de pH entre 2 e 7.



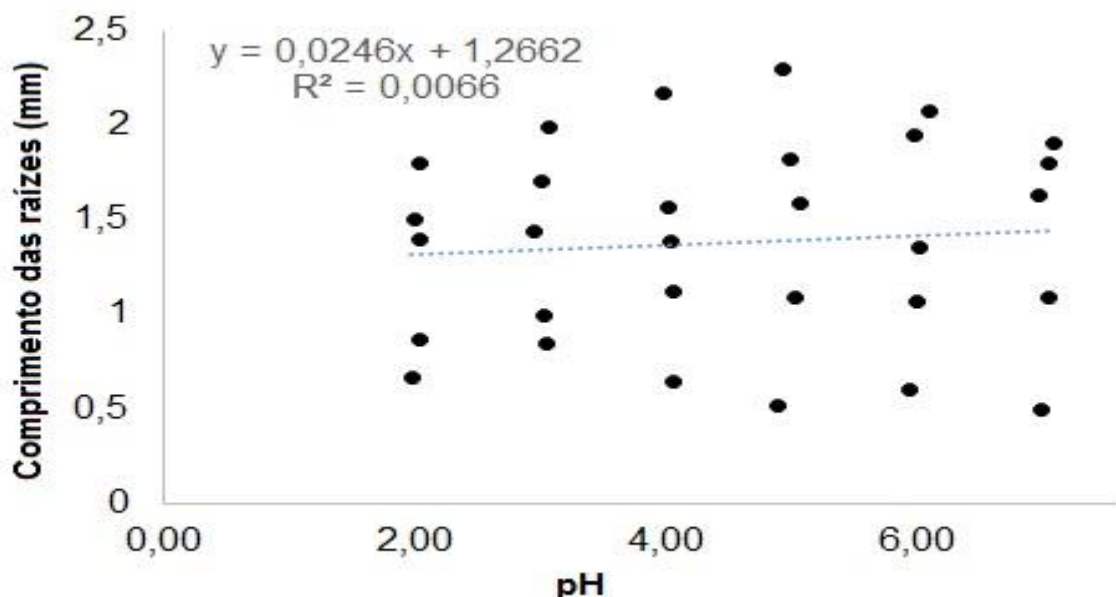
De acordo com os dados apresentados na figura 7, pode-se afirmar que os valores de pH não apresentaram valores de correlação significativos com o crescimento das radículas.

Os resultados obtidos nos testes, não foi observada a interação negativa do pH em relação ao NaCl em nenhuma das situações testadas, comprimento de radícula e índice de velocidade germinativa. Porém foi observado que quanto maior a concentração molar de NaCl utilizada, menor foi o índice de germinação (IVG %) e menor o comprimento médio das radículas.

Tal fato demonstra a sensibilidade das estruturas vegetativas ao estresse salino, devido à menor disponibilidade hídrica e a toxicidade imposta pela presença do sal NaCl (TAIZ; ZEIGER, 2006).

A alface apresenta sensibilidade quando submetida às soluções salinas, havendo redução do número de folhas e da transpiração devido a menor disponibilidade hídrica segundo (SILVA et al., 2012).

Figura 7: Diagrama de dispersão mostrando a relação entre o comprimento das raízes e os índices de pH.



A disponibilidade hídrica é um dos fatores determinantes no desenvolvimento das plantas, uma vez que a água possui grande importância no crescimento vegetal, sendo responsável por solubilizar os elementos presentes no solo, facilitar a mobilidade dos mesmos no corpo vegetal e ser um meio favorável à ocorrência das reações químicas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Com relação aos dados do índice de velocidade germinativa é possível observar na (figura 5), a concentração de 0,2M e pH7 ocorreu um IVG de 55%, nas outras concentrações se manteve praticamente inalterada até a condição de 0,1M, indicando que apesar de haver um efeito prejudicial do sal sobre as estruturas vegetativas, as sementes de alface conseguem germinar, sem haver prejuízo até este limite de potencial osmótico.

Em trabalho realizado por (PACHECO et al., 2012) foi verificado o efeito negativo da salinidade sobre a germinação das sementes de feijão de boi (*Vigna unguiculata* (L., Walp.)) e soja (*Glycine max* L.), espécies que apesar do tamanho de suas sementes e de seu alto vigor de germinação, não demonstraram resistência ao estresse salino.

Os resultados obtidos neste estudo não refletem o comportamento de interação entre os sais de metais pesados e o pH em solos contaminados por drenagem ácida de mina (DAM). O trabalho realizado por Cesar et al (2013)

demonstrou que há relação direta entre a diminuição do pH e a redução do número de sementes germinadas. Os autores relatam que a diminuição do pH pode estar disponibilizando uma maior quantidade de ions metálicos tóxicos para as sementes testadas. Tornando importante conhecer a toxicidade individual e as possíveis interações entre os diferentes poluentes existentes nos solos. Uma vez que as sementes de *Lactuca sativa* podem apresentar diferentes respostas quando expostas individualmente a concentrações de sais metálicos (Andrade et al. 2012).

6 CONCLUSÃO

A partir dos testes realizados com as diferentes concentrações de NaCl e diferentes valores de pH não foi observado que, nas condições testadas, o pH não teve influência sobre o índice de germinação e o comprimento das raízes de *Lactuca sativa*. Nas mesmas condições foi possível perceber que o aumento nas concentrações de NaCl influenciou tanto a diminuição dos índices de germinação (IVG %) como no crescimento das radículas. Dessa maneira, embora não seja possível utilizar as concentrações de NaCl e índice de pH como um indicador para a valoração relativa da contaminação dos solos. Demonstrando no entanto, não haver necessidade de controle rigoroso dos índices de pH entre 2 e 7 para utilização de soluções de NaCl como controle positivo para testes de inibição da germinação e crescimento da radícula em alface (*Lactuca sativa*).

REFERÊNCIAS

- ARUN, K. et al. Chromium toxicity in plants. **Environment International**. v. 31, p. 5739-753, 2005.
- BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral). Área de concentração: Engenharia mineral - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária: Brasília, 2009, 399p.
- CAVALCANTE, L. F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia, PB: Centro de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Paraíba, 2000. 71 p.
- CESAR, R. SILVA, M. COLONESE, J. BIDONE, E. EGLER, S. CASTILHOS, Z. POLIVANOV, H. 2011, Influence of the properties of tropical soils in the toxicity and bioavailability of heavy metals in sewage sludge-amended lands. *Environ Earth Sci*, 66: 2281-2292. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-0111449-2>
- CESAR, R.G. et al. Disposição continental de resíduos de mineração de carvão: drenagem ácida, ecotoxicidade aguda e biodisponibilidade de metais. **Ecotoxicol. Environ. Contam.**, v. 8, n. 2, 2013, 17-22 doi: 10.5132/eec.2013.02.003
- FERREIRA, P.A. Manejo de água: planta em solos salinos. Viçosa: UFV/DEA, 1998, 93p.
- FILGUEIRA, 2000; Novo manual de olericultura. agrotecnologia moderna de produção e comercialização de hortaliças. Viçosa. UFV, 2000. 402p.
- GEREMIAS, R. **Utilização de rejeito de mineração de carvão como adsorvente para redução da acidez e remoção de íons de metais em drenagem ácida de mina de carvão**. 2008, 121 p. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- GÓIS VA; TORRES SB; PEREIRA RA. 2008. Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. *Revista Caatinga* 21: 64-67.
- GUMA, I. R.; PADRON-MEDEROS, M. A.; SANTOS-GUERRA, A.; REYES-BETANCORT, J. A. Effect of temperature and salinity on germination of *Salsola vermiculata* L. (Chenopodiaceae) from Canary Islands. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 6, p.708-711, 2010.
- LACERDA, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. de L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 127-137.
- LIMA BG; TORRES SB. 2009. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae). *Revista Caatinga* 22: 93-99.

LIMA, M. D. B.; BULL, L.T.; GRASSI FILHO, H. Índices fisiológicos e absorção de nutrientes pela cultura da cebola submetida a condições de salinidade e estresse hídrico. **Irriga**, v. 11, n. 3, p. 356-366, 2006.

MACHADO, J. L. F. PERUFFO, N. LIMA, J. do E. S. **Programa Nacional de Prospecção para carvão, linhito e turfa**: Projeto estudo da vulnerabilidade à contaminação dos mananciais subterrâneos decorrentes da extração do carvão mineral. Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais - Departamento Nacional de Produção Mineral. Relatório técnico. Porto Alegre, 1984.

MACULAN, K.; KLEINOWSKI, A.; CUCHIARA, C. C.; BORGES, C.S.; BOBROWSKI, V.L. Efeito do Extrato Aquoso de *Eryngium eburneum* Decne (Apiaceae) sobre aquênios de alface. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p. 1080-1082, 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academy, 1995. 889 p.

MEIRELLES, J.C.S. **Classificação de alface**. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. (Folders).

MORAES, D. S. L.; JORDAO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Rev. Saúde Pública*. v.36, n.3, 2002, pp. 370-374.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf> . Acesso em: 23 mai 2015.

PACHECO M. V.; FERRARI, C. S.; BRUNO, R. L. A.; ARAÚJO, F. S.; SILVA, G. Z. Germinação e salobra para a produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.705-714, 2010.

RIDGE, T.; SEIF, J.M. **Coal mine drainage prediction and pollution prevention in Pennsylvania**. 1 ed. Pennsylvania: Pennsylvania Department of Environmental Protection, p 398, 1998.1

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 2000. 117 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 48).

SANCHEZ, J. C. D. ; FORMOSO, M. L. L. **Utilização do carvão e meio ambiente**. Porto Alegre: CIENTEC, 34p, 1990.

SCHNEIDER, H. C. **Controle da Drenagem Ácida de Minas na mineração de carvão de Santa Catarina: Caso da Mina UM II – Verdinho**. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Tecnologia Mineral e Metalurgia Extrativa). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; FRANÇA E SILVA, E. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da alface em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim – PE. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.

TAIZ L; ZEIGER E. 2006. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 613-643.

TAMÁS, L. et al. Aluminium-induced drought and oxidative stress in barley roots. **J Plant Physiol.** v.163, p.781-4, 2006.

UBALDO, M. de O. BORMA, L. de S. BARBOSA, M. C. **Gestão de resíduos sólidos geradores de drenagem ácida de minas com o uso de coberturas secas.** Série Gestão e Planejamento Ambiental. v. 4. Rio de Janeiro. CETEM/MCT. 2006. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2006-103-00.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2015. [Versão provisória].

YOUSSEF, A. M. Salt tolerance mechanisms in some halophytes from Saudi Arabia and Egypt. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, n. 3, p. 191-206, 2009.